

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.315.09,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КЕМЕРОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело N _____
решение диссертационного совета от 30 июня 2026 года N 21

О присуждении Иванову Алексею Владимировичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Физико-химические основы применения ферритов в процессах магнитно-адсорбционной и озонолитической очистки воды» по специальности 1.4.4. Физическая химия принята к защите 16 апреля 2026 года (протокол заседания № 17) диссертационным советом 24.2.315.09, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кемеровский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 650000, г. Кемерово, ул. Красная, 6, действующим на основании приказа Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 818/нк от 20 апреля 2023 года.

Соискатель Иванов Алексей Владимирович, 04 января 1981 года рождения, в 2019 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет», получив диплом магистра с отличием по направлению «Химия». В 2025 году соискатель Иванов А.В. окончил очную аспирантуру по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кемеровский государственный университет», получив диплом об окончании аспирантуры серия 104234 № 0149453.

С сентября 2023 г. и по настоящее время соискатель работает старшим преподавателем кафедры химии твердого тела и химического материаловедения в институте фундаментальных наук федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кемеровский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре химии твердого тела и химического материаловедения института фундаментальных наук Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения «Кемеровский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель - доктор физико-математических наук, профессор Звекон Александр Андреевич, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Кемеровский государственный университет», кафедра химии твердого тела и химического материаловедения института фундаментальных наук, профессор.

Официальные оппоненты:

Соколова Ирина Владимировна – доктор физико-математических наук, профессор, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», лаборатория фотофизики и фотохимии молекул, ведущий научный сотрудник;

Ушаков Андрей Геннадьевич – кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева», кафедра химической технологии твердого топлива, доцент

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт химии твердого тела и механохимии Сибирского отделения Российской академии наук» (ИХТТМ СО РАН), г. Новосибирск, в своем положительном отзыве, подписанном Сидельниковым Анатолием Анатольевичем, доктором химических наук, старшим научным сотрудником, лаборатория химии твердого тела, старшим научным сотрудником, и утвержденным Титковым Александром Игоревичем, заместителем директора ИХТТМ СО РАН по научной работе, кандидатом химических наук, указала, что диссертационная работа Иванова А.В. является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи, существенной для развития физической химии: разработки методов получения и исследования адсорбционных и каталитических свойств пористых материалов на основе ферритов. По актуальности, новизне, теоретической и практической значимости, объему проведенных исследований и уровню обсуждения полученных результатов диссертационная работа «Физико-химические основы применения ферритов в процессах магнитно-адсорбционной и озонолитической очистки воды» полностью соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям «Положением о порядке присуждения ученых степеней» (пункты 9, 10, 11, 13), утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 (в действующей редакции), а ее автор Иванов Алексей Владимирович заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия.

По теме диссертации опубликовано 10 научных работ общим объемом 5,23 п.л. (вклад автора — 1,20 п.л.), в том числе в рецензируемых научных изданиях, входящих в Перечень ВАК РФ – 4 работы общим объемом 4,22 п.л. (личный вклад автора диссертации в них — 0,82 п.л.). Сведения об опубликованных по теме диссертации научных работах указаны соискателем достоверно.

Наиболее значительные публикации Иванова А.В. по теме диссертации:

1. Каленский А.В. Применение каталитического озонлиза для очистки оборотных вод коксохимических производств / А.В. Каленский, А.А. Звеков, **А.В. Иванов**, К.А. Корчуганова, С.А. Яковлев, А.Б. Гордиенко // Кокс и химия. 2025. №10. С. 21-26.

2. Kalenskii A. The adsorption performance of porous activated carbons prepared from iron (II) precursors precipitated on the porous carbon matrix thermolysis / A. Kalenskii, **A. Ivanov**, D. Sevostyanov, A. Zvekov, A. Krechetov // Magnetochemistry. 2023. Т. 9. № 6. С. 151.

3. Корчуганова К.А. Ферритовые катализаторы для очистки сточных вод/ К.А. Корчуганова, А.А. Звеков, **А.В. Иванов**, А.Г. Кречетов, А.В. Каленский // Бутлеровские сообщения. 2024. Т. 79. № 8. С. 43-50.

4. Каленский А. В. Исследование процесса озонлиза фенола в присутствии феррита цинка методом УФ-Вид спектроскопии / А. В. Каленский, А. А. Звеков, К. А. Корчуганова, **А.В. Иванов**, В.М. Пугачев, В.А. Качурин, И. М. Чиркова // Химия в интересах устойчивого развития. 2025. Т. 33, № 6. С. 801–807.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

– **Подъячевой Ольги Юрьевны**, доктора химических наук, ведущего научного сотрудника института катализа им. Г. К. Борескова Сибирского отделения РАН. Отзыв положительный, имеются замечания:

1. В автореферате написано, что увеличенная активность феррита цинка, синтезированного оксалатным методом, связана с увеличением концентрацией групп М-О-Н. Оказывает ли влияние на активность о.к.р. гидротермального и оксалатного ферритов цинка и наличие различных примесей (оксидов железа и цинка или только оксида цинка);

2. Анализ сложных растворов фенола после озонолиза предпочтительнее было проводить методом ВЭЖХ для более достоверного определения состава и концентрации продуктов;

3. В выводе №1 используется неудачная трактовка: снижение величины адсорбции нитробензола на 52% вряд ли можно описывать как незначительное изменение.

– **Солодова Вячеслава Сергеевича**, кандидата технических наук, начальника лаборатории, руководителя по науке и инновационным технологиям Публичного акционерного общества «Кокс» (ПАО «Кокс»). Отзыв положительный, имеются замечания:

1. В автореферате отмечено, что испытания полученного сорбента проводились с применением оборотной воды коксохимического предприятия для очистки от примеси фенола. Стоит отметить, что в оборотных циклах коксохимических предприятий не применяется вода с подобными примесями. Воды, насыщенные фенолом, идентифицируются как сточные воды и подвергаются биохимической очистке;

2. В разделе «практическая значимость» указано, что исследуемый адсорбент может применяться в промышленности для очистки воды, при этом в автореферате нет данных о начальном качестве очищаемой воды и ее качестве после очистки, в связи с этим, не ясна эффективность исследуемого сорбента;

3. Допущены ошибки и неточности в тексте автореферата, так, например, на странице 14 есть ссылка на таблицу 3, при этом в автореферате таблица 3 не представлена.

– **Зыкова Игоря Юрьевича**, кандидата физико-математических наук, старшего научного сотрудника института углехимии и химического материаловедения федерального исследовательского центра угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук. Отзыв положительный, имеются замечания:

1. Из представленных данных (таблица 4) видно, что удельная площадь поверхности феррита цинка оксалатного синтеза в 5,5 раз меньше, чем у гидротермального, однако его каталитическая активность в реакциях озонолиза существенно выше. Автор связывает это с более высокой плотностью поверхностных дефектов и количеством гидроксильных групп М-О-Н. Желательно было бы уточнить, не накладывают ли малые размеры пор гидротермального образца (7,9 нм) по сравнению с оксалатным (28,97 нм) диффузионные ограничения на транспорт молекул реагентов и промежуточных продуктов окисления.

2. Наиболее известным способом снижения стоимости очистки с использованием магнитных сорбентов является возможность удаления отработанного сорбента с целью его регенерации, рассматривал ли автор возможность регенерации магнитных сорбентов содержащих магнетит?

3. При изучении адсорбции фенола отмечено, что при перемешивании происходит частичное отщепление мелких частиц магнетита от пористой матрицы, что потребовало введения сложной спектрофотометрической корректировки по уравнениям (1) и (2). В связи с этим возникает вопрос: исследовалась ли механическая стабильность данных магнитных композитов в условиях, приближенных к динамическим потокам реальных очистных сооружений? Не приведет ли при эксплуатации указанный эффект к вторичному загрязнению очищаемой воды мелкодисперсным не магнитным углеродным сорбентом и/или обогащению магнитного сорбента не эффективными в процессе очистки частицами магнетита при повторении циклов извлечения-регенерации?

– **Красникова Дмитрия Викторовича**, кандидата химических наук, доцента лаборатории наноматериалов, центра фотоники и фотонных технологий, АНО ОВО «Сколковский институт науки и технологий». Отзыв положительный. Замечания:

1. Одна из целей поставлена как «адаптация способа нанесения магнетита на активированный уголь при помощи термического разложения оксалата железа (II) с получением магнитного адсорбента». При этом в автореферате не показано, что произошло именно нанесение. Какие данные подтверждают именно нанесение одной фазы на другую, а не их механическую смесь.

2. Описание кинетики реакции по одной кривой (рис. 9) выглядит странным ввиду высокой погрешности данных (особенно аппроксимация 2 для данных 1). Более того, получен дробный порядок реакции 1,5, а также порядки 1 и 2 для других случаев. Данное значение нестандартно в контексте гетерогенного каталитического окисления. Какова физическая интерпретация подобного изменения порядков реакции? Проводился ли анализ кинетики при других концентрациях субстрата и озона для подтверждения полученных данных? Как полученные значения соотносятся с моделью, постулируемой уравнением (4)?

3. На с. 15 представлена оценка радиуса пузырьков из модели массообмена. Проводилась ли экспериментальная оценка размера с помощью, например, цифровой камеры (размер в 0,5 мм вполне может быть измерен относительно простыми методами)?

4. При обсуждении кинетики и механизма окисления фенола постулируется образование ряда соединений, например, гидрохинона, хинонов или муконовой кислоты по изменениям спектра поглощения раствора. Были ли в диссертации представлены другие доказательства образования подобных продуктов (например, ИК)?

- **Остаповой Елены Владимировны**, доктора химических наук, профессора, ведущего научного сотрудника лаборатории сорбционных процессов в углехимии института углехимии и химического материаловедения федерального исследовательского центра угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук. Отзыв положительный, имеется замечание:

В качестве замечаний могу отметить отсутствие в автореферате характеристики магнитных свойств полученных магнитных сорбентов и условий использования полученных сорбентов для достижения желаемой степени очистки воды.

Все отзывы заканчиваются выводом, что диссертационная работа Иванова А.В. полностью соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям «Положением о порядке присуждения ученых степеней» (пункты 9, 10, 11, 13), утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 (в действующей редакции), а ее автор Иванов Алексей Владимирович заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что

Соколова Ирина Владимировна является известным специалистом в области окислительной очистки воды от органических загрязнителей, в том числе при наличии природных примесей сложного состава; Ушаков Андрей Геннадьевич известен своими работами в области получения, исследования свойств и применения магнитных адсорбентов; Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт химии твердого тела и механохимии» Сибирского отделения Российской академии наук (ИХТТМ СО РАН), г. Новосибирск ведет обширные исследования в области физической химии твердых тел, в том числе в области синтеза пористых материалов и катализаторов методом разложения лабильных соединений.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана методика получения феррита цинка на основе оксалатного подхода, которая обеспечивает формирование катализатора с высокой удельной поверхностью и повышенной каталитической активностью в реакции озонлиза фенола, в том числе как компонента оборотных вод коксохимического производства;

доказаны:

- перспективность применения метода разложения оксалатов железа и цинка для получения магнитных адсорбентов и катализаторов;

- влияние способа синтеза феррита цинка на его каталитическую активность в реакции озонлиза органических соединений;

- доказана методика оценки скорости массообмена при барботировании газа через толщу раствора субстрата.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы современные физико-химические методы оксалатного и гидротермального синтеза, адаптированные для получения высокопористых магнитных материалов и катализаторов озonoлиза органических соединений; методы низкотемпературной адсорбции азота и молекулярных щупов для определения параметров пористой структуры и оценки адсорбционных свойств магнитных высокопористых материалов; методы УФ-вид-ИК спектроскопии для характеристики образцов и исследования кинетических закономерностей реакции озonoлитического окисления органических соединений; методы анализа спектрально-кинетических данных, включая метод Капа-Уоллеса и разложения спектральных зависимостей, позволившие выявить спектрально различимые группы промежуточных и конечных продуктов;

изложены новые представления о моделировании кинетических закономерностей реакций озonoлиза с оценкой эффективной константы скорости массообмена в условиях барботирования окислителя;

изучены причинно-следственные связи в рамках цепочки «метод синтеза – структура – свойства» в случае феррита цинка как катализатора озonoлиза органических соединений.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

определены перспективы использования магнитных активированных углей на основе БАУ-А и АГ-3 в качестве адсорбционного материала и феррита цинка как катализатора озonoлитического окисления органических соединений в процессах водоочистки;

представлены методические рекомендации по получению магнитных углеродных адсорбентов с оптимальным соотношением сорбционных и магнитных свойств и катализаторов озonoлиза органических соединений.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

применены стандартизированные и хорошо зарекомендовавшие себя экспериментальные методы исследования высокопористых материалов и гетерогенных катализаторов, использованы общепринятые подходы спектроскопии, химической термодинамики и кинетики для интерпретации результатов;

идея базируется на анализе и обобщении литературных данных по исследованию пористых углеродных наноматериалов и катализаторов озonoлиза органических соединений;

использовано сравнение авторских результатов с литературными данными по методам получения, а также по активности магнитных углеродных адсорбентов и окисдно-гидроксидных катализаторов озonoлиза органических соединений;

установлено качественное согласие авторских результатов с литературными данными по влиянию удельной площади поверхности и дефектной структуры на каталитическую активность гетерогенных катализаторов озonoлиза органических соединений.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии на всех этапах проведения исследования. Автором самостоятельно изучен и проанализирован массив отечественной и зарубежной литературы по теме работы. Соискателем лично синтезированы образцы магнитных адсорбентов и ферритовых катализаторов озonoлиза, выполнены эксперименты по адсорбции метиленового синего, бензола, фенола и нитробензола, измерены УФ-вид спектры феррита цинка, изучена кинетика

озонолитического окисления фенола. Совместно с руководителем сформулированы цель и задачи, проведен анализ спектрально-кинетических результатов и сформулирована кинетическая модель реакции с учетом массообмена при барботировании. Все основные результаты, выносимые на защиту и составляющие научную новизну, получены лично соискателем. В опубликованных в соавторстве статьях автору принадлежат результаты, сформулированные в положениях, выносимых на защиту, и в выводах работы.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. В перспективе для более детального изучения синтезированных образцов целесообразно использовать такие современные методы физической химии, как электронная микроскопия, рентгенофлюоресцентный и рентгенофотозлектронный анализ, а также спектроскопия XANES/EXAFS. Их применение позволит получить дополнительную информацию о структуре материалов.

2. Экспериментальные результаты по кинетике озонолиза фенола получены методами УФ-вид спектроскопии без использования более селективных методов анализа, например, высокоэффективной жидкостной хроматографии.

3. Установленная высокая эффективность процесса озонолитической очистки оборотной воды ПАО "Кокс" подтверждает необходимость проведения углубленного аналитического контроля состава исследуемой воды на всех этапах очистки.

Соискатель Иванов А.В. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы, частично согласился с замечаниями и привел собственную аргументацию:

1. Для более детального изучения синтезированных образцов начаты эксперименты с использованием сканирующей электронной микроскопии и рентгенофлюоресцентного микроанализа.

2. Эксперимент выполнен с применением доступных методов, в дальнейшем для определения состава и концентраций промежуточных продуктов озонолиза органических загрязнителей планируется использование высокоэффективной жидкостной хроматографии.

3. С замечанием согласен, работа в этом направлении начата.

На заседании 30 июня 2026 года диссертационный совет принял решение присудить Иванову А.В. ученую степень кандидата физико-математических наук за решение научной задачи физической химии, связанной с развитием представлений об адсорбционных процессах на материалах с гибридными свойствами и разработку физико-химических основ направленного синтеза феррита цинка и установление количественных закономерностей «метод синтеза – структура – функциональные свойства» в процессах каталитического озонолиза органических загрязнителей.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 14 докторов наук по специальности 1.4.4. Физическая химия, участвовавших в заседании, из 15 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 13, против 0, недействительных бюллетеней 1.

Председатель диссертационного совета
д.ф.-м.н., профессор

Каленский Александр Васильевич

Ученый секретарь
диссертационного совета
д.ф.-м.н., профессор

Звеков Александр Андреевич

Дата оформления заключения 1 июля 2026 года.